



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-276130

(43)公開日 平成10年(1998)10月13日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I
H 0 4 B 10/02		H 0 4 B 9/00 M
10/18		H 0 3 M 5/06
H 0 3 M 5/06		H 0 4 B 9/00 F
H 0 4 J 14/00		
14/04		

審査請求 未請求 請求項の数26 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平10-36331

(22)出願日 平成10年(1998)2月18日

(31)優先権主張番号 9 7 0 1 9 0 2

(32)優先日 1997年2月18日

(33)優先権主張国 フランス (F R)

(71)出願人 391030332

アルカテル・アルストム・コンパニー・ジ  
エネラル・デレクトリシテ

ALCATEL ALSTHOM COM  
PAGNIE GENERALE D' E  
LECTRICITE

フランス国、75008 パリ、リュ・ラ・ポ  
エテイ 54

(72)発明者 エマニユエル・ドウシユルピール

フランス国、91680・ブリユイエール・  
ル・シャテル、リュ・ドウ・ラ・ピユッ  
ト・オ・ピエール・32

(74)代理人 弁理士 川口 義雄 (外1名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 非ソリトン信号を光ファイバ伝送するシステムのための光再生方法及び装置

(57)【要約】

【課題】 非ソリトン光信号を光ファイバで伝送する際のジッタを低減する。

【解決手段】 R Z信号をソリトンタイプの信号に圧縮する手段(1;21)と、クロックを使用してソリトンタイプの信号を同期光変調する手段(2;22)と、変調ソリトン信号を非ソリトンR Z信号に伸張する手段(3;23)とを含む非ソリトンR Z光信号の再生装置が提供される。該装置により、ソリトン変調技術を非ソリトンR Zリンクに適用することが可能となり、エラーを発生させずデータに伝送速度また伝送距離を大きくすることができる。伝送媒質を変更する必要もない。本発明は、R Z信号への変換を行うことにより、NR Z信号にも適用することができる。本発明は、多重化R Z又はNR Z信号にも適用することができる。

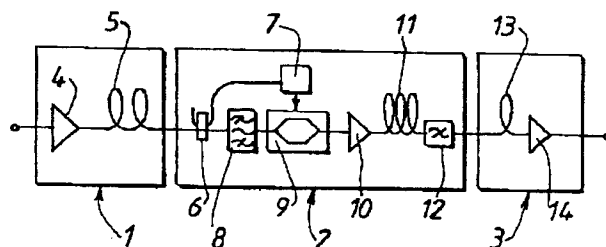


FIG.1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 R Z信号をソリトンタイプの信号に圧縮するステップ(1; 21)と、  
クロックを使用してソリトンタイプの信号を同期光変調するステップ(2; 22)と、  
変調ソリトン信号を非ソリトンR Z信号に伸張するステップ(3; 23)と、を含む非ソリトンR Z光信号の再生方法。

【請求項2】 非ソリトンR Z信号、ソリトンタイプの信号、又は再生非ソリトンR Z信号からクロックを復元するステップを有することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】 圧縮ステップが、  
特にスペクトルろ波により、符号化された光信号をスペクトル処理又は時間処理するステップ、  
増幅を行うステップ、  
高分散性非線形光学媒質内で信号を伝播させるステップ、  
のうちの少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項1又は2に記載の方法。

【請求項4】 伸張ステップが、  
時間的拡張を行うステップ(13)、  
後置増幅を行うステップ(14)、  
のうちの少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載の方法。

【請求項5】 ソリトンタイプの信号を同期光変調するステップが少なくとも2回繰り返されることを特徴とする請求項1から4のいずれか一項に記載の方法。

【請求項6】 導波フィルタ及びスライドタイプ導波フィルタを含むグループから選択されたフィルタによってソリトンタイプの信号をろ波する少なくとも一つのステップを有することを特徴とする請求項1から4のいずれか一項に記載の方法。

【請求項7】 NR Z光信号を非ソリトンR Z信号に変換するステップと、  
請求項1から6のいずれか一項に記載の方法により、非ソリトンR Z信号を再生するステップと、  
再生R Z光信号をNR Z信号に変換するステップと、を含むNR Z光信号の再生方法。

【請求項8】 信号を多重分離するステップ(35)と、  
請求項1から6のいずれか一項に記載の方法によって、多重分離信号を再生するステップ(36、36a)と、  
再生された信号を多重化するステップ(37)と、を含む多重非ソリトンR Z光信号の再生方法。

【請求項9】 多重チャンネルを同期化するステップと、  
請求項1から6のいずれか一項に記載の方法によって、同期チャンネル信号を再生するステップと、を含む多重非ソリトンR Z光信号の再生方法。

【請求項10】 NR Z光信号を非ソリトンR Z光信号に変換するステップと、  
請求項1から6のいずれか一項に記載の方法によって非ソリトンR Z光信号を再生するステップと、  
再生R Z光信号をNR Z光信号に変換するステップと、を含むNR Z光信号の再生方法。

【請求項11】 NR Z光信号を多重分離し、非ソリトンR Z光信号に変換するステップと、  
請求項1から6のいずれか一項に記載の方法によってR Z光信号を再生するステップと、  
再生R Z光信号を多重化し、多重化NR Z光信号に変換するステップと、を含む多重化NR Z光信号の再生方法。

【請求項12】 NR Z光信号を非ソリトンR Z光信号に変換するステップと、  
多重チャンネルを同期化するステップと、  
請求項1から6のいずれか一項に記載の方法によって同期チャンネルの非ソリトンR Z光信号を再生するステップと、  
再生R Z光信号をNR Z光信号に変換するステップと、を含む多重化NR Z光信号の再生方法。

【請求項13】 R Z信号をソリトンタイプの信号に圧縮する手段(1; 21)と、  
クロックを使用して、ソリトンタイプの信号を同期光変調する手段(2; 22)と、  
変調ソリトン信号を非ソリトンR Z信号に伸張する手段(3; 23)と、を含む非ソリトンR Z光信号の再生装置。

【請求項14】 変調手段が、非ソリトンR Z信号、ソリトンタイプの信号、又は再生非ソリトンR Z信号からクロックを復元する手段(6、7; 26、27)を含むことを特徴とする請求項13に記載の再生装置。

【請求項15】 圧縮手段が、  
符号化された光信号をスペクトル処理又は時間処理する手段、特にスペクトルろ波手段、  
増幅を行う手段(4)、  
高分散性、特に可変分散性の非線形光学媒質(5)、のうちの少なくとも一つの手段を含むことを特徴とする請求項13又は14に記載の再生装置。

【請求項16】 伸張手段が、  
時間的拡張を行う手段(13)、  
後置増幅手段(14)、のうちの少なくとも一つの手段を含むことを特徴とする請求項13から15のいずれか一項に記載の再生装置。

【請求項17】 圧縮手段及び伸張手段の少くとも一方が、ある長さの光ファイバ(5; 13)を含むことを特徴とする請求項13から16のいずれか一項に記載の再生装置。

【請求項18】 ソリトンタイプの信号の少なくとも一部について変調手段をカスケード接続する手段を有する

ことを特徴とする請求項13から17のいずれか一項に記載の再生装置。

【請求項19】 カスケード接続手段が、変調手段(28)の上流側の第一サーキュレータ(24)と、変調手段の下流側の第二サーキュレータ(30)と、非線形伝播媒質(31)とを含み、

第一サーキュレータ(24)が、変調すべき信号を受信し、これら信号を変調手段(28)に供給し、二回変調された信号を変調手段(28)から受信し、これら信号を伸張手段に供給し、

第二サーキュレータ(30)が、一回変調された信号を変調手段(28)から受信し、これら信号を伝播媒質(31)に供給し、伝播媒質(31)を通して伝播した信号を受信し、これら信号を変調手段(28)に供給することを特徴とする請求項18に記載の再生装置。

【請求項20】 導波フィルタ及びスライドタイプ導波フィルタを含むグループから選択されたソリトンタイプの信号ろ波手段を有することを特徴とする請求項13から19のいずれか一項に記載の再生装置。

【請求項21】 信号を多重分離する手段(35)と、請求項13から18のいずれか一項に記載の複数の再生装置(36<sub>1</sub>〜36<sub>n</sub>)と、再生信号を多重化する手段(37)と、を含む多重非ソリトンRZ光信号の再生装置。

【請求項22】 多重チャンネルを同期化する手段と、請求項13から20のいずれか一項に記載の再生装置と、を含む多重非ソリトンRZ光信号の再生装置。

【請求項23】 圧縮手段の上流側であって、NRZ信号を非ソリトンRZ光信号に変換する手段と、請求項13から20のいずれかに一項に記載の再生装置と、前記伸張手段の下流側であって、再生RZ光信号をNRZ信号に変換する手段と、を含むNRZ光信号の再生装置。

【請求項24】 NRZ光信号を多重分離し、非ソリトンRZ光信号に変換する手段と、請求項13から20のいずれか一項に記載の複数の再生装置と、

再生RZ光信号を多重化し、多重化NRZ光信号に変換する手段と、を含む多重化NRZ光信号の再生装置。

【請求項25】 NRZ光信号を非ソリトンRZ光信号に変換する手段と、多重チャンネルを同期化する手段と、

請求項13から20のいずれか一項に記載の再生装置と、を含む多重化NRZ光信号の再生装置。

【請求項26】 請求項13から25のいずれか一項に記載の少なくとも一つの再生装置を含む光ファイバタイプ光伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、非ソリトン信号を光ファイバ伝送するシステムのための光再生方法に関する。本発明はまた、このような伝送システム用の再生装置にも関する。

【0002】

【従来の技術】現在、地上光ファイバ伝送システムでは、通常、RZ(0復帰)パルスが使われている。特に既存のシステムの課題の一つは、エラーを発生させずにデータ伝送速度や伝送距離を大きくすることである。種々の解決方法が提案された。第一の方法は、パルスRZの継続時間を短くし、時間多重化を使用することから成る。この方法は、伝播によって発生するジッタ、及び伝送システムの種々の光学要素による制限を受ける。NRZ(非0復帰)パルスを使用する伝送システムの場合でも同様の問題が生じる。

【0003】この問題を解消するため、再生装置内で信号の光-電子変換を行い電子信号を再生することが知られている。この方法は本質的に、使用する半導体素子の通過帯域による制限を受ける。また、伝送システムの最大長についても制限を受ける。更に、この方法は伝送速度の増加にともなって高コストとなることが知られている。

【0004】また、波長が異なりジッタのない局部クロックに関し、クロックにジッタをもつRZ信号を印加することにより、波長変換を行うことが提案された。この技術は、局部クロックが必要とされるのに加え、波長多重化が使用される場合、一般的には波長を変換することが問題となる場合は適用が難しいという欠点を有する。

【0005】また、ソリトンパルス又はソリトンを伝送することは知られている。これらのパルスは、ビット時間に対し小さな時間幅(FWHM、Full Width at Half Maximum)のRZパルスであり、出力、スペクトル幅、及び時間幅の間に一定の関係を有し、通常、光ファイバの異常分散部分を伝播する。単一モードファイバ内のこのようなソリトンパルスのエンベロープの変化は、非線形シュレーディンガー方程式によってモデル化することができる。即ち、伝播は、ファイバの異常分散とその非線形性の間のバランスによる。このようなソリトン信号のジッタを制御するために、種々の解決方法が提案された。スライディング導波フィルタシステムを使用することが知られているが、これについては例えばEP-A-0576208を参照されたい。また、ソリトン信号の同期変調を行うことが提案された。これを行うために、種々の種類の変調器、特にカー効果を利用する振幅又は位相同期変調器を使用することができる。H. Kubota及びM. Nakazawaの「Soliton Transmission Control in Time and Frequency Domains」、IEEE Journal of Quantum Electronics, vol. 29 No. 3, 2189、あるいはN. J. Smith及びN. J. Doranの「Evaluating the Capacity of Phase Modulator

-Controlled Long-Haul soliton Transmission, Optical Fibers Technology 1」、218-235(1995)には、ソリトン信号の制御又は再生についての種々の技術が紹介されている。

【0006】これらの技術は電子素子の通過帯域の制限はない。しかしながら、パルス又はそのスペクトルはソリトン信号と異なるので、非ソリトンRZパルスには直接適用することはできない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、非ソリトンRZ光信号のジッタ制御の問題に対し、新規の簡単な解決方法を提供するものである。非ソリトン光信号とは、ビット時間に対する時間幅(FWHM)が大きいこと、即ちビット時間のおよそ30~40%であること、出力、スペクトル幅、及び時間幅の間に一定の関係がないこと、全体的に、あるいは平均すれば、光ファイバの正常分散又はゼロ分散部分内で伝播が行われること、伝播中、分散度と非線形性との間に均衡がないことという特徴のうちの一つ又は複数を有する信号を意味する。

【0008】本発明により、ある実施形態においては、ジッタ又は位相ノイズだけでなく、非ソリトンRZ信号の振幅ノイズも補正することができる。本発明は、既存の地上伝送システムに有利に適用され、伝送媒質に手を加えることなく、最大伝送速度又は伝送距離を大きくすることが可能になる。また、本発明により、制御システムを追加するか変更するだけで、既存リンクの容量を増加させることができる。

【0009】

【課題を解決するための手段】より詳細には、本発明は、

- RZ信号をソリトンタイプの信号に圧縮するステップと、
- クロックを使用してソリトンタイプの信号を同期光変調するステップと、
- 変調ソリトン信号を非ソリトンRZ信号に伸張するステップと、を含む非ソリトンRZ光信号の再生方法を提供する。

【0010】非ソリトンRZ信号、ソリトンタイプの信号、又は再生非ソリトンRZ信号からクロックを復元するステップを設けることができる。

【0011】圧縮ステップは、有利には、

- 特にスペクトル波により、符号化された光信号をスペクトル処理又は時間処理するステップと、
- 増幅を行うステップと、
- 高分散性非線形光学媒質内で信号を伝播させるステップと、のうちの少なくとも一つを含む。

【0012】伸張ステップは、

- 時間的拡張を行うステップと、
- 後置増幅を行うステップと、のうちの少なくとも一つを含むことが好ましい。

【0013】一実施形態では、ソリトンタイプの信号を同期光変調するステップが少なくとも2回繰り返される。

【0014】また、導波フィルタ及びスライドタイプ導波フィルタを含むグループのうちから選択されたフィルタにより、ソリトンタイプの信号をろ波する少なくとも一つのステップを設けることもできる。

【0015】本発明はまた、

- NRZ光信号を非ソリトンRZ信号に変換するステップと、
- 本発明の方法によって非ソリトンRZ信号を再生するステップと、
- 再生RZ光信号をNRZ信号に変換するステップと、を含むNRZ光信号の再生方法も提供する。

【0016】本発明は更に、

- 信号を多重分離するステップと、
- 本発明の方法によって多重分離信号を再生するステップと、
- 再生信号を多重化するステップと、を含む多重非ソリトンRZ光信号の再生方法も提供する。

【0017】本発明は、

- 多重チャンネルを同期化するステップと、
- 本発明の方法によって同期チャンネルの信号を再生するステップと、を含む多重非ソリトンRZ光信号の再生方法も対象とする。

【0018】一実施形態では、本発明は、

- NRZ光信号を非ソリトンRZ光信号に変換するステップと、
- 本発明の方法によって、非ソリトンRZ光信号を再生するステップと、
- 再生RZ光信号をNRZ光信号に変換するステップと、を含むNRZ光信号の再生方法を提供する。

【0019】別の実施形態では、本発明は、

- NRZ光信号を多重分離し、非ソリトンRZ光信号に変換するステップと、
- 本発明の方法によってRZ光信号を再生するステップと、
- 再生RZ光信号を多重化し、多重化NRZ光信号に変換するステップと、を含む多重化NRZ光信号の再生方法を提供する。

【0020】更に本発明は、

- NRZ光信号を非ソリトンRZ光信号に変換するステップと、
- 多重チャンネルを同期化するステップと、
- 本発明の方法により、同期チャンネルの非ソリトンRZ光信号を再生するステップと、
- 再生RZ光信号をNRZ光信号に変換するステップと、を含む多重化NRZ光信号の再生方法を提供する。

【0021】本発明は、

- RZ信号をソリトンタイプの信号に圧縮する手段

と、

— クロックを使用して、ソリトンタイプの信号を同期光変調する手段と、

— 変調ソリトン信号を非ソリトンR Z信号に伸張する手段と、を含む非ソリトンR Z光信号の再生装置も対象とする。

【0022】変調手段は、非ソリトンR Z信号、ソリトンタイプの信号、又は再生非ソリトンR Z信号からクロックを復元する手段を含むことができる。

【0023】圧縮手段は、有利には、

— 符号化された光信号をスペクトル処理又は時間処理する手段、特にスペクトルろ波手段と、

— 増幅を行う手段と、

— 高分散、特に可変分散の非線形光学媒質と、のうちの少なくとも一つの手段を含む。

【0024】伸張手段は、有利には、

— 時間的拡張を行う手段と、

— 後置増幅手段と、のうちの少なくとも一つの手段を含む。

【0025】一実施形態では、圧縮手段及び伸張手段の少なくとも一方は、ある長さの光ファイバを含む。

【0026】また、ソリトンタイプの信号の少なくとも一部について変調手段をカスケード接続する手段を設けることもできる。これらのカスケード接続手段は、例えば変調手段の上流側の第一サーキュレータと、変調手段の下流側の第二サーキュレータと、非線形伝播媒質とを含む。この場合、第一サーキュレータは、変調すべき信号を受信し、これら信号を変調手段に供給し、二回変調された信号を変調手段から受信し、これら信号を伸張手段に供給し、第二サーキュレータは、一回変調された信号を変調手段から受信し、これら信号を伝播媒質に供給し、伝播媒質を通して伝播した信号を受信し、これら信号を変調手段に供給する。

【0027】また、導波フィルタ、及びスライドタイプ導波フィルタを含むグループのうちから選択されるソリトンタイプの信号ろ波手段を設けることもできる。

【0028】本発明は、

— 信号を多重分離する手段と、

— 前述の本発明による複数の再生装置と、

— 再生信号を多重化する手段と、を含む多重非ソリトンR Z光信号の再生装置も提供する。

【0029】本発明は、

— 多重チャンネルを同期化する手段と、

— 前述の本発明による再生装置と、を含む多重非ソリトンR Z光信号の再生装置も提供する。

【0030】更に本発明は、

— 圧縮手段の上流側において、NR Z光信号を非ソリトンR Z信号に変換する手段と、

— 前述の本発明による再生装置と、

— 伸張手段の下流側において、再生R Z光信号をNR

Z信号に変換する手段と、を含むNR Z光信号の再生装置も提供する。

【0031】本発明は更に、

— NR Z光信号を多重分離し、非ソリトンR Z光信号に変換する手段と、

— 前述の本発明による複数の再生装置と、

— 再生R Z光信号を多重化し、多重化NR Z光信号に変換する手段と、を含む多重化NR Z光信号の再生装置も対象とする。

10 【0032】本発明は、

— NR Z光信号を非ソリトンR Z光信号に変換する手段と、

— 多重チャンネルを同期化する手段と、

— 前述の本発明による再生装置と、を含む多重化NR Z光信号の再生装置も提供する。

【0033】最後に本発明は、少なくとも一つの上記再生装置を含む光ファイバタイプ光伝送システムを含む。

【0034】本発明の他の特徴及び利点は、例として示し添付の図面を参照して行う本発明の実施形態についての以下の説明を読むことにより明らかになる。

【0035】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の第一実施形態による再生装置の概略図である。図1の再生装置は、広く設置されている地上システムタイプのR Z信号を光ファイバ伝送するシステムで使用するためのものである。図1の再生装置は、R Z信号をソリトンタイプの信号に圧縮する手段1と、ソリトンタイプの信号の同期光変調手段2と、変調ソリトン信号を非ソリトンR Z信号に伸張する手段3とを含む。

30 【0036】図1の実施形態では、圧縮手段1は前置増幅器4を含み、前置増幅器は再生すべきR Z光信号を受信し、前置増幅器4の出力は、高分散性カーファイバなどの圧縮ファイバ5に接続される。このファイバの分散を、圧縮係数を最適化するために距離に応じて変化させることが可能である。圧縮ファイバは、ソリトン信号として挙動する圧縮信号を供給する。非ソリトンR Z光信号をソリトンタイプの信号に変換するために、例えばスペクトルろ波、又は他の種類の、増幅を伴う又は伴わない、信号のスペクトル処理又は時間処理手段、あるいは種々の圧縮手段を組み合わせたものなど、他の圧縮手段を使用することができる。

【0037】従って圧縮手段は、例えばソリトンとしての挙動をもつソリトンタイプの光信号を変調手段2に供給する。変調手段はこれらの信号にソリトン同期変調を加えるが、これは、位相及び/又は振幅の変調とすることができる。変調手段は、カーファイバ5からの信号を受信し、クロック復元装置7に向けて信号の一部を分岐し、残りのソリトンタイプの信号をフィルタ8の入力に供給するカプラ6を備える。フィルタ8は、例えば導波フィルタ、即ち、ソリトンをその公称周波数に集中させ

る効果を発生するフィルタである。フィルタ8によって波された信号は同期変調器9に供給され、同期変調器は、装置7が生成するクロックによって制御される。変調器9は、ソリトンタイプの信号の位相及び／又は強度変調を行う。変調器9の出力は増幅器10に接続され、次にファイバ11に接続され、ファイバはソリトン信号の整形を行う。ファイバ11は高分散性ファイバであり、その分散特性は変えることができる。ファイバは、少なくともソリトン信号の周期に等しい長さを有し、従って高品質の変調ソリトン信号を得ることができる。ファイバ11の出力はフィルタ12に接続され、フィルタはクロックを除去する。フィルタ12の出力は、変調手段2の出力を構成する。

【0038】変調器として、例えば、NOLM（非線形光学ループミラー）、カーファイバ、電子光又は光電子変調器、その他、ソリトン信号に適する公知の任意の変調装置を使用することができる。従って、フィルタ8又は12、増幅器10、又はファイバ11を付加又は取り除くことにより、変調手段が適合理化される。

【0039】伸張手段3は、フィルタ12の出力で再生ソリトンタイプの信号を受信する。伸張手段は、後置増幅器14に接続された拡張ファイバ13を備える。後置増幅器14の出力では、非ソリトンRZ光信号が得られる。また、他の伸張手段を使用して、ソリトンタイプの信号を非ソリトンRZ光信号に変換することも可能である。

【0040】図1の実施形態では、変調前に、ソリトンタイプの信号から復元されたクロックを使用する。また、変調後のソリトンタイプの信号から、圧縮手段の入力で受信した非ソリトンRZ光信号から、あるいは再生RZ信号からクロックを復元することも可能であることは明らかである。変調クロックを発生するために、再生すべき信号のビット周波数の局部発振器を使用することが可能であり、また例えば位相同期ループ又は別の種類の負帰還により該発振器の位相を制御することも可能である。

【0041】図1の再生装置の動作は明らかである。図2は、下から上に向かって、再生装置の入力における信号の波形、圧縮手段1の出力における信号の波形、及び再生装置の出力における信号の波形を示す図である。再生装置は、ビット時間の半分にはほぼ等しい幅 $\Delta T$ を有しており、ジッタ及び振幅ノイズを受けた非ソリトンRZ信号を、入力で受信する。圧縮手段の出力では、信号はソリトンタイプの信号即ち、ビット時間より小さな幅、通常、ビット時間の20%程度の幅 $\delta T$ を有しており、ソリトン伝播に必要とされるピーク出力及びスペクトル幅を有する信号である。これらの信号は、RZ信号と同様に、時間的ジッタ及び振幅ノイズを受けている。再生装置の出力では、入力信号と同様の波形を有し、変調により時間的ジッタが大幅に低減された非ソリトンタイプ

RZ信号が得られる。例えばH. Kubotaの論文に説明されているように、同期変調により、振幅ノイズも低減される。これについては図6を参照されたい。

【0042】図1の再生装置は、分散を適切に選択することにより、比較的短い、即ち十キロメートル又は数十キロメートルのファイバ長で作製することができる。従って、標準電子ラックに収容することの可能な小タイプ再生装置が得られる。この再生装置は、有利には、既存の伝送システムの性能向上のために使用される。即ち、この再生装置により、伝播媒質自体に手を加えることなく、低コストで、データ伝送速度を上げることができる。また、既存の伝送システムを延長するためにこの再生装置を使用することもできる。

【0043】図3は、本発明の第二実施形態による再生装置の概略図である。この実施形態ではソリトンタイプの信号に同期変調を二回加え、その結果、振幅ノイズが低減される。実際、変調クロックの周期のデューティレシオにより、第一同期変調によって振幅ノイズが部分的に除去される。ノイズは伝播の際に分散し、上記H. Kubotaの論文に説明されているように、第二同期変調により再度部分的に除去される。

【0044】図3の再生装置は、図1の再生装置と同様に、圧縮手段21と、変調手段22と、伸張手段23とを備える。圧縮手段21及び伸張手段23はこれ以上詳細には記述しない。変調手段は、三つの端子を有するサーキュレータ24を入力に備え、サーキュレータは、変調すべきソリトンタイプの信号を第一端子で受信し、第二端子の出力でこれら信号を送信する。変調すべき信号は、狭帯域フィルタ即ち導波フィルタ25に供給され、フィルタ25の出力でカプラ26に供給され、カプラは信号の一部をクロック復元装置27側に分岐する。残りのソリトンタイプの信号は、装置27から出されるクロックによって制御される同期変調器28に供給される。変調器28は、ソリトンタイプの信号の位相又は強度変調を行う。変調器28の出力は一つのファイバ29区間を介して、第二サーキュレータ30の第一端子に接続される。サーキュレータ30は、一回変調された信号を、例えばソリトンファイバ31などの伝播媒質に供給する。ファイバ31を通して伝播した信号は、サーキュレータ30の第三端子に戻り、サーキュレータによりファイバ29を介して同期変調器28に送られる。ファイバ29及び31の全長は、サーキュレータ30によって変調器28に供給される信号がクロックと同位相になるように選択される。従って信号は二回変調され、次にフィルタ25を介して、第一サーキュレータ24の第二端子に供給され、サーキュレータは出力でこれらの信号をその第三端子に供給する。フィルタ25は、必要であればクロックをブロックする。必要に応じて、他のフィルタ又は増幅器を図3の装置に追加することができる。

【0045】同じ振幅ノイズ低減効果を得るために、適

10

20

30

40

50

切な再生効果が得られるまで、図1の再生装置の種類の複数の再生装置を直列に接続するか、図3の再生装置の種類の複数の変調器を直列に接続することも可能である。

【0046】図4は、多重化RZ信号に適合する、本発明の第三実施形態による再生装置の概略図である。図4の再生装置は、非ソリトンRZ光信号の伝送システムに多重化が適用される場合に適する。例えば時間多重化(OTDM)又は波長多重化(WDM)を行うことができる。

【0047】図4の再生装置は、入力に多重RZ光信号の多重分離手段35を備え、該多重分離手段は、複数の出力に種々のチャンネルの信号を供給する。再生装置は、図1から図3を参照して説明した種類の複数の再生装置36<sub>1</sub>～36<sub>n</sub>を備え、多重分離RZ信号に同期変調を加える。これらの再生装置の後に、図4の装置は、再生信号の多重化手段37を含む。当業者には図4の再生装置の動作は自明である。この再生装置により、多重信号の場合にも本発明を適用することができる。

【0048】図4の装置の代替装置は、チャンネルを多重分離しない装置である、即ち、ただ一つの再生装置がマルチプレクスで共用される。この場合、図1の変調器9でマルチプレクスの全チャンネルが適切に同期されることが前提となる。このような同期は、遅延線、分散補償装置、マルチプレクスの信号の波長の適切な選択のような当業者に自明の同期手段によって実現することができる。再生後、必要であれば、マルチプレクスの再整形を行う。

【0049】本発明は、NRZ信号を使用する伝送システムにも適用することができる。この場合、前述の種類の再生装置の上流側及び下流側に、通常のNRZ-RZ変換手段及び通常のRZ-NRZ変換手段を設けるだけでよい。また、構成に応じて、NRZ-RZ変換手段と多重分離手段とを入れ換えることができることは明らか\*

\*である。

【0050】もちろん、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、当業者には多くの変形形態が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一実施形態による再生装置の概略図である。

【図2】図1の再生装置の入力(下)及び出力(上)、及び再生装置の圧縮手段の出力における信号の波形を示す図である。

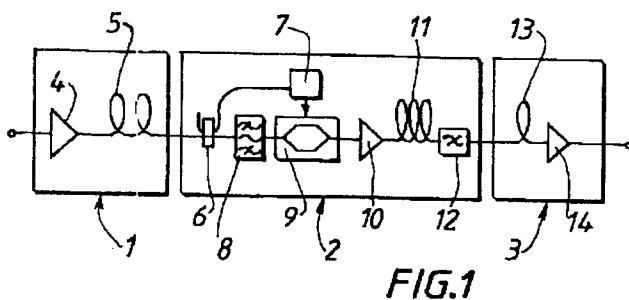
【図3】本発明の第二実施形態による再生装置の概略図である。

【図4】多重化RZ信号に適合する、本発明の第三実施形態による再生装置の略図である。

【符号の説明】

- 1 信号をソリトンタイプの信号に圧縮する手段
- 2 ソリトンタイプの信号の同期光変調手段
- 3 変調ソリトン信号を非ソリトン信号に伸張する手段
- 4 前置増幅器
- 5 圧縮ファイバ
- 6、26 カプラ
- 7、27 クロック復元装置
- 8、12 フィルタ
- 9 変調器
- 10 増幅器
- 11、29、31 ファイバ
- 13 拡張ファイバ
- 24 第一サーキュレータ
- 25 導波フィルタ
- 28 同期変調器
- 30 第二サーキュレータ
- 35 多重RZ光信号の多重分離手段
- 36 多重分離信号の再生装置
- 37 再生信号の多重化手段

【図1】



【図2】

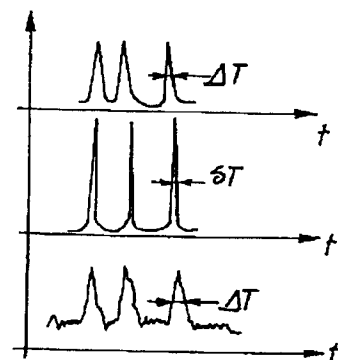


FIG. 2

【図3】

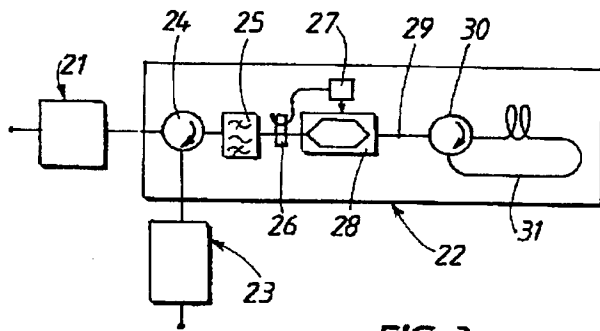


FIG. 3

【図4】

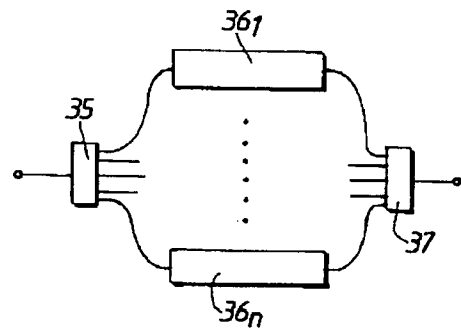


FIG. 4

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 0 4 J 14/06

識別記号

F I

(72)発明者 エリザベス・モナン  
フランス国、75013・パリ、ブルバール・  
アラゴ・74